ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
TECHNOSPHERE SAFETY





УДК 614.84
https://doi.org/10.23947/2541-9129-2023-7-4-30-39

Научная статья

Анализ расхода воды при тушении пожаров на объектах разных классов функциональной пожарной опасности

А.А. Кондашов ✉, Е.В. Бобринев, Е.Ю. Удавцова, С.И. Рюмина
Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, г. Балашиха, Российская Федерация
✉ akond2008@mail.ru

Аннотация
Введение. Системы противопожарного водоснабжения играют первостепенную роль в обеспечении эффективного тушения пожаров. Требования к противопожарному водоснабжению и проблемные вопросы в этой области рассматривались многими исследователями как в нашей стране, так и за рубежом. В то же время для актуализации требований к противопожарному водоснабжению необходимо изучение фактического расхода воды на пожарах с учетом особенностей объектов пожара. Целью настоящего исследования является анализ расхода воды на наружное пожаротушение в зависимости от характеристик объекта пожара и сравнение фактического расхода воды с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.
Методы и материалы. Использованы статистические данные о пожарах в Российской Федерации за 2019–2021 годы, содержащиеся в федеральной государственной информационной системе «Федеральный банк данных «Пожары». Для определения фактического расхода воды на наружное пожаротушение в зависимости от класса функциональной пожарной опасности объекта пожара использованы методы статистического анализа данных и классификации статистических данных. Визуализация полученных результатов выполнена методом графического представления данных в виде гистограмм и круговых диаграмм.
Результаты исследования. Проведенный анализ показал, что наибольший средний расход воды требуется для объектов класса функциональной пожарной опасности Ф1.2 «гостиницы, общежития (за исключением общежитий квартирного типа), спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов» — 10,7 л/с. Для многоквартирных жилых домов наибольший средний расход воды требуется для тушения пожаров, возникших на чердаке — 10 л/с и в мансарде — 9,2 л/с.
Обсуждение и заключение. Результаты проведенного анализа могут быть использованы для уточнения требований к расходу воды на наружное пожаротушение в зависимости от класса функциональной пожарной опасности объекта и этажности зданий. Для выполнения данных требований необходим регулярный контроль систем противопожарного водоснабжения, а также своевременное обслуживание и ремонт наружных и внутренних водопроводов противопожарного водоснабжения.

Ключевые слова: расход воды, пожар, функциональная пожарная опасность, здание, этажность

Благодарности. Авторы выражают благодарность редакции и рецензентам за внимательное отношение к статье и указанные замечания, которые позволили повысить ее качество.

Для цитирования. Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Рюмина С.И. Анализ расхода воды при тушении пожаров на объектах разных классов функциональной пожарной опасности. *Безопасность техногенных и природных систем.* 2023;7(4):30–39. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2023-7-4-30-39

Original article

Analysis of Water Consumption during Fire Extinguishing at Objects of Different Functional Fire Hazard Classes

Andrey A. Kondashov✉, **Evgeniy V. Bobrinev**, **Elena Yu. Udavtsova**, **Svetlana I. Ryumina**
All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Balashikha, Russian Federation
✉ akond2008@mail.ru

Abstract
Introduction. Fire-fighting water supply systems play a primary role in ensuring effective fire extinguishing. Many researchers both in our country and abroad have considered the requirements for fire-fighting water supply and problematic issues in this area. At the same time, in order to update the requirements for fire-fighting water supply, it is necessary to study the actual water consumption on fires, taking into account the characteristics of fire objects. The aim of this research was to analyze the water consumption for outdoor firefighting depending on the characteristics of the fire object and compare the actual water consumption with the requirements of regulatory documents on fire safety.
Methods and Materials. The authors used statistical data on fires in the Russian Federation for 2019–2021 from the federal state information system "Federal Database "Fires". Methods of statistical data analysis and classification of statistical data were used to determine the actual water consumption for outdoor firefighting, depending on the class of functional fire hazard of the fire object. Visualization of the obtained results was performed by the method of graphical representation of data in the form of histograms and pie charts.
Results. The analysis showed that the highest average water consumption was required for objects of the functional fire hazard class F1.2 "hotels, dormitories (with the exception of apartment-type dormitories), dormitory buildings of sanatoriums and rest homes of general type, campsites" — 10.7 l/s. For apartment buildings, the highest average water consumption was required to extinguish fires that had arisen in the attic — 10 l/s and in the garret — 9.2 l/s.
Discussion and Conclusion. The results of the analysis can be used to clarify the requirements for water consumption for outdoor firefighting, depending on the functional fire hazard class of the object and the number of floors of buildings. In order to meet these requirements, regular monitoring of fire-fighting water supply systems is required, as well as timely maintenance and repair of external and internal fire-fighting water supply systems.

Keywords: water consumption, fire, functional fire hazard, building, number of floors

Acknowledgements. The authors would like to thank the editorial board and the reviewers for their attentive attitude to the article and for the specified comments that improved the quality of the article.

For citation. Kondashov AA. Bobrinev EV, Udavtsova EYu, Ryumina SI. Analysis of Water Consumption during Fire Extinguishing at Objects of Different Functional Fire Hazard Classes. *Safety of Technogenic and Natural Systems.* 2023;7(4):30–39. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2023-7-4-30-39

Введение. Задача определения необходимого расхода воды на наружное пожаротушение имеет первостепенное значение для обеспечения эффективных действий оперативных подразделений пожарной охраны при тушении пожаров. Данные о расходе воды на наружное пожаротушение используются при определении состава сил и средств оперативных подразделений пожарной охраны, составлении планов тушения пожаров, определении требований к системам наружного противопожарного водоснабжения.

Проблемы, связанные с подачей воды в системы наружного противопожарного водоснабжения, рассматривались многими исследователями [1–4]. В частности, Зайко В.А., Ильин Н.А., Саргсян А.М особое внимание уделили вопросам организации тушения пожаров в малых населенных пунктах, где, как правило, отсутствуют системы противопожарного водоснабжения и не всегда обеспечивается быстрое прибытие специальной пожарной техники [5]. Абросимов Ю.Г., Киселев Л.Ю. пришли к выводу о необходимости разработки новых нормативов и корректировки действующих нормативных документов в части расчетного времени тушения и расходов воды на пожаротушение для городов с населением более миллиона человек [6]. Чудаков А.А., Метелкин И.И., Шумилин В.В. проанализировали имеющиеся сведения о гидротехнических сооружениях, предназначенных для противопожарных целей [7]. Калач А.В., Родин В.А., Синегубов С.В. рассказали о проведении оптимизации количества и распределения гидрантов наружного противопожарного водоснабжения и насосных станций с использованием различных метрик, измеряющих расстояние [8]. Келишек С., Држимала Т рассмотрели главные проблемы, связанные с водным обеспечением систем пожарного водоснабжения в высоких жилых зданиях [9].

В других публикациях приведены результаты исследований надежности противопожарного водоснабжения для привлечения внимания специалистов по данному вопросу [10–13].

Свод правил СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности»[1] (далее — СП 8.13130.2020) определяет требования к расходу воды на наружное пожаротушение.

Для зданий классов функциональной пожарной опасности (далее — ФПО) Ф1, Ф2, Ф3, Ф4 подача воды при тушении пожара зависит от этажности и строительного объема зданий и варьируется от 10 до 35 л/с на один пожар. Для зданий и сооружений класса ФПО Ф5 подача воды зависит от степени огнестойкости, от класса конструктивной пожарной опасности и от категории зданий и сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности, а также от строительного объема здания и лежит в пределах от 10 до 100 л/с на один пожар.

Но то же время отсутствует детализация требований к расходу воды на наружное пожаротушение для зданий и сооружений в зависимости от классов ФПО. И в задачу авторов данного исследования входит определение фактического объема подачи воды при тушении пожара с учетом классов функциональной пожарной опасности объектов пожара.

Материалы и методы. Для определения расхода воды при тушении пожаров на различных объектах проведен анализ пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2019–2021 годах в следующих субъектах: Московская, Воронежская, Тульская, Ленинградская, Мурманская, Нижегородская, Самарская, Свердловская, Тюменская области, Краснодарский, Красноярский, Приморский, Ставропольский края, Республики Дагестан, Бурятия, Ямало-Ненецкий автономный округ.

Статистические данные о пожарах и фактическом расходовании воды на их тушение за 2019–2021 годы получены из банка данных по пожарам[2].

Результаты исследования. В таблице 1 представлено распределение пожаров по расходу воды для объектов различных классов ФПО, определенных в соответствии со статьей 32 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности[3]. Распределение пожаров по расходу воды для всех объектов приведено на рис. 1. На пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 79 % от общего количества пожаров, пожары с расходом более 60 л/с составляют 0,62 %, с расходом более 100 л/с — 0,18 %.

Таблица 1

Распределение пожаров по расходу воды в зависимости от класса функциональной пожарной опасности объекта пожара, % от общего числа пожаров

Класс ФПО	Расход воды, л/с												Средний расход
	0–3,5	4–7	7,5–12	12,5–20	21–30	31–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	> 140	
Ф1	**47,2**	**33,3**	**10,0**	**6,6**	**2,1**	**0,4**	**0,3**	**0,1**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**6,8**
Ф1.1	63,9	22,9	4,9	2,8	2,8	0,7	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6
Ф1.2	42,3	27,4	11,3	6,9	5,6	1,6	2,8	0,4	1,2	0,4	0,0	0,0	10,7
Ф1.3	69,8	19,0	4,8	3,9	1,6	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	5,7
Ф1.4	36,2	40,3	12,5	7,9	2,3	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
Ф2	**43,1**	**28,5**	**12,4**	**7,3**	**7,3**	**0,7**	**0,7**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**8,2**
Ф2.1	42,0	27,5	14,5	7,2	7,2	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
Ф2.2	30,0	35,0	15,0	5,0	10,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9
Ф2.3	47,8	21,7	8,7	17,4	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
Ф2.4	52,0	32,0	8,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
Ф3	**51,6**	**30,4**	**7,5**	**6,3**	**2,8**	**0,6**	**0,5**	**0,2**	**0,1**	**0,1**	**0,0**	**0,0**	**7,0**
Ф3.1	55,0	25,5	7,5	6,7	2,8	0,9	0,9	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	7,4
Ф3.2	50,9	24,2	8,6	9,8	4,0	1,4	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9

[1] *Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности.* Свод правил СП 8.13130.2020. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/565391175 (дата обращения: 14.08.2023).

[2] *О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714.* Приказ МЧС России от 17.11.2020 г. № 848. Информационно-правовой портал Гарант.ру. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400020288/ (дата обращения: 14.08.2023).

[3] *Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.* Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://docs.cntd.ru/document/902111644 (дата обращения: 14.08.2023).

Класс ФПО	Расход воды, л/с												Средний расход
	0–3,5	4–7	7,5–12	12,5–20	21–30	31–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	> 140	
Ф3.3	62,5	0,0	0,0	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2
Ф3.4	57,1	36,7	4,1	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
Ф3.5	60,7	23,4	7,0	4,9	2,0	0,8	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6
Ф3.6	46,9	37,7	7,3	5,3	2,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4
Ф3.7	43,8	27,1	12,5	10,4	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
Ф4	**53,7**	**23,9**	**8,2**	**8,5**	**3,4**	**0,3**	**0,8**	**0,2**	**0,5**	**0,5**	**0,2**	**0,3**	**8,3**
Ф4.1	55,8	25,7	6,2	8,8	1,8	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	8,0
Ф4.2	69,2	19,2	7,7	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
Ф4.3	52,4	23,7	8,7	8,7	4,0	0,4	0,8	0,2	0,6	0,0	0,2	0,2	8,5
Ф5	**49,7**	**29,4**	**8,7**	**7,1**	**2,9**	**0,8**	**0,7**	**0,3**	**0,1**	**0,2**	**0,0**	**0,0**	**7,6**
Ф5.1	40,9	27,9	11,5	10,1	5,5	1,4	1,5	0,7	0,2	0,2	0,1	0,0	9,7
Ф5.2	53,8	28,4	7,4	6,4	2,3	0,8	0,5	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	7,0
Ф5.3	46,5	35,8	9,7	5,4	1,6	0,3	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	6,7
Всего	**47,9**	**32,5**	**9,6**	**6,7**	**2,3**	**0,5**	**0,4**	**0,2**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**7,0**

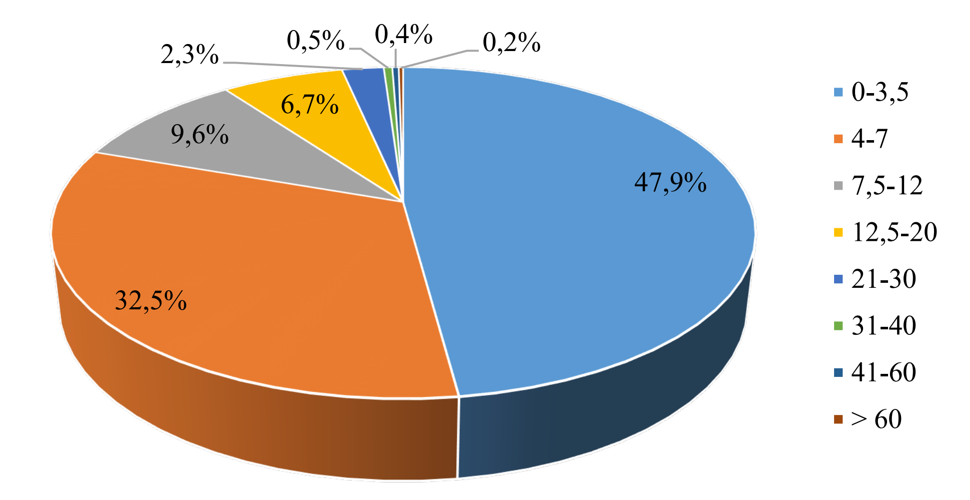


Рис. 1. Распределение пожаров в зависимости от расхода воды

Средний расход воды при тушении пожаров в зависимости от класса ФПО объекта пожара показан на рис. 2. Наибольший средний расход воды зарегистрирован для объектов класса ФПО Ф1.2 «гостиницы, общежития (за исключением общежитий квартирного типа), спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов» — 10,7 л/с. На втором месте по значению анализируемого показателя находятся объекты класса ФПО Ф2.2 «музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях» — 9,9 л/с. На третьем месте — объекты класса ФПО Ф5.1 «производственные здания, сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские, крематории» — 9,7 л/с.

Наименьший средний расход воды зарегистрирован для объектов класса ФПО Ф4.2 «здания образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования» — 5,1 л/с, объектов класса ФПО Ф3.4 «здания медицинских организаций, предназначенные для осуществления медицинской деятельности, за исключением зданий, относящихся к категории Ф1.1» — 5,5 л/с и объектов класса ФПО Ф1.3 «многоквартирные жилые дома, в том числе общежития квартирного типа» — 5,7 л/с.

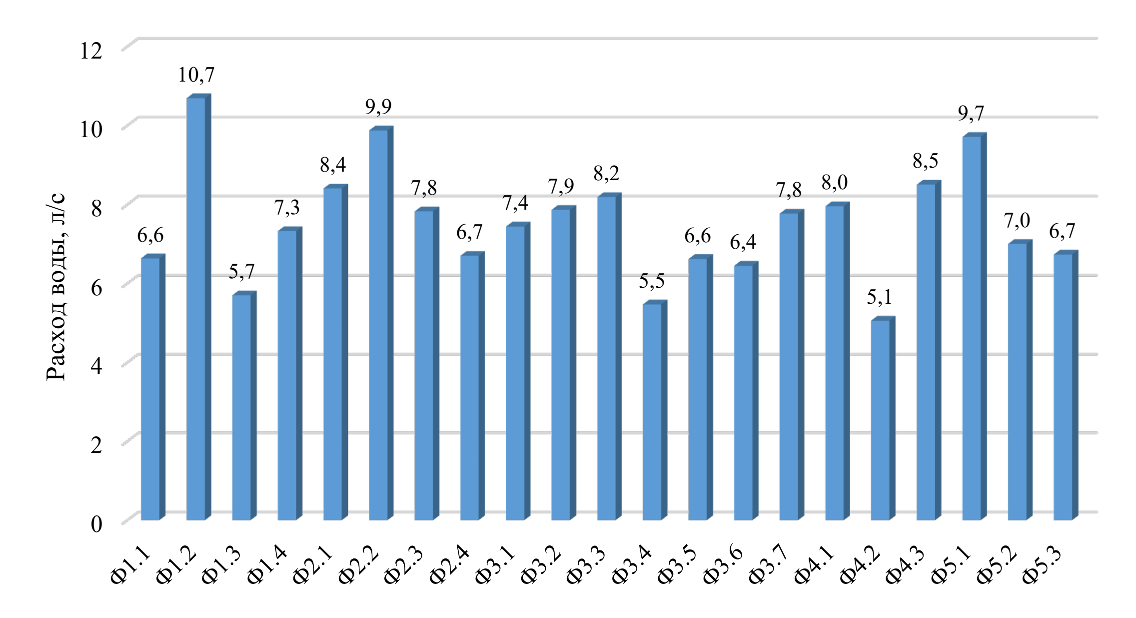


Рис. 2. Средний расход воды в зависимости от класса функциональной пожарной опасности объекта пожара

Для объектов класса ФПО Ф1 на пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 80,5 % от общего количества пожаров, пожары с расходом более 60 л/с составляют 0,15 %, с расходом более 100 л/с — 0,08 %.

Для объектов класса ФПО Ф1.3 «многоквартирные жилые дома, в том числе общежития квартирного типа» распределение пожаров по расходу воды в зависимости от этажа, на котором произошел пожар, представлено в таблице 2. Рассматривались пожары в квартирах и в помещениях общей долевой собственности (подвалы, чердаки, мансарды). Распределение пожаров по расходу воды для данных объектов приведено на рис. 3. На пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 88,4 % от общего количества пожаров, пожары с расходом более 60 л/с составляют 0,25 %, с расходом более 100 л/с — 0,06 %.

Таблица 2

Распределение пожаров по расходу воды в зависимости от этажа,
на котором произошел пожар, для объектов класса ФПО Ф1.3 «многоквартирные жилые дома,
в том числе общежития квартирного типа», % от общего числа пожаров

Этаж	Расход воды, л/с												Средний расход
	0–3,5	4–7	7,5–12	12,5–20	21–30	31–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	> 140	
подвал	85,4	12,8	0,3	0,7	0,3	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
цоколь	70,3	25,0	0,0	1,6	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
1	64,5	19,7	6,8	5,6	2,1	0,5	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
2	67,4	21,2	4,2	3,5	2,1	0,4	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	6,1
3	76,6	19,4	1,5	1,9	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	4,6
4	78,9	18,0	1,8	0,8	0,2	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
5	81,5	14,9	1,7	1,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
6	77,0	19,7	0,8	2,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
7	77,9	20,0	1,2	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
8	83,7	13,4	1,5	0,0	0,6	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,8
9	77,4	18,9	2,3	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
10	82,7	13,3	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,2
11	90,1	5,6	1,4	0,0	1,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
12	80,8	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
13	85,7	9,5	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
14	75,0	22,2	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5

Этаж	Расход воды, л/с												Средний расход
	0–3,5	4–7	7,5–12	12,5–20	21–30	31–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	> 140	
15	85,7	11,4	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
16	83,8	10,8	2,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
17	89,5	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8
18–25	84,4	8,9	4,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
мансарда	56,4	3,6	12,7	14,5	10,9	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2
чердак	44,3	20,3	14,9	9,8	5,7	2,2	1,6	0,6	0,3	0,3	0,0	0,0	10,0
Всего	69,3	19,2	4,9	4,0	1,6	0,4	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	5,7

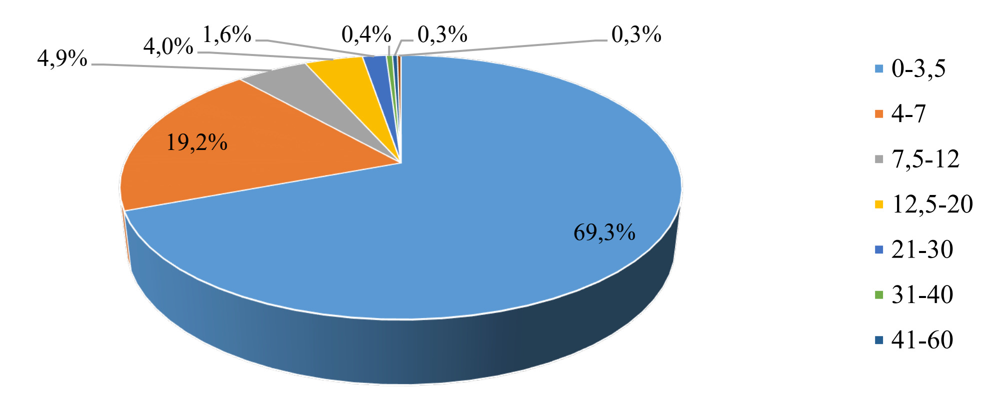


Рис. 3. Распределение пожаров на объектах класса ФПО Ф1.3 в зависимости от расхода воды

Средний расход воды при тушении пожаров в зависимости от этажа, на котором возник пожар, для объектов класса ФПО Ф1.3 показан на рис. 4. Наибольший средний расход воды зарегистрирован для пожаров, возникших на чердаке и мансарде — соответственно 10 и 9,2 л/с, а также на 1 и 2 этажах — 6,2 и 6,1 л/с. Для пожаров, возникших на других этажах, средний расход лежит в пределах 4–5 л/с. Исключение составляет 10 этаж, для пожаров на этом этаже средний расход воды составляет 6,2 л/с. Такой большой расход получен из-за одного пожара, произошедшего 30 сентября 2021 года в г. Тюмени по адресу: Восточный административный округ, ул. Народная, д. 10, для тушения которого было привлечено 15 единиц пожарной техники и использовалось 26 пожарных стволов. Общий расход воды составил 421 л/с. Без учета этого пожара средний расход воды для пожаров на 10 этаже составляет 4,1 л/с.

Для объектов класса ФПО Ф2 на пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 71,5 % от общего количества пожаров, пожары с расходом более 30 л/с составляют 1,46 %, пожаров с расходом более 60 л/с за рассматриваемый период не зарегистрировано. Средний расход воды на объектах класса ФПО Ф2 составляет 8,2 л/с.



Рис. 4. Средний расход воды в зависимости от этажа пожара для объектов класса ФПО Ф1.3

Для объектов класса ФПО Ф3 на пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 81,9 % от общего количества пожаров, пожары с расходом более 60 л/с составляют 0,38 %, с расходом более 100 л/с — 0,08 %. Средний расход воды на объектах класса ФПО Ф3 составляет 7,0 л/с.

Для объектов класса ФПО Ф4 на пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 77,6 % от общего количества пожаров, пожары с расходом более 60 л/с составляют 1,13 %, с расходом более 100 л/с — 0,48 %. Средний расход воды на объектах класса ФПО Ф4 составляет 8,3 л/с.

Распределение пожаров по расходу воды для объектов класса ФПО Ф5 приведено на рис. 5. На пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 79,0 % от общего количества пожаров, пожары с расходом более 60 л/с составляют 0,35 %, с расходом более 100 л/с — 0,18 %. Средний расход воды на объектах класса ФПО Ф5 составляет 7,6 л/с.

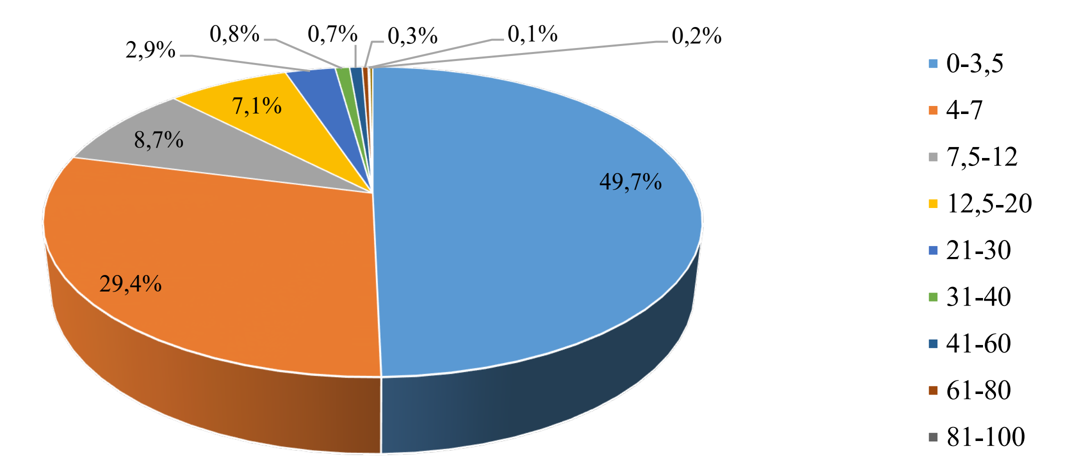


Рис. 5. Распределение пожаров на объектах класса ФПО Ф5 в зависимости от расхода воды

Обсуждение и заключение. Сравнение полученных результатов с нормативами СП 8.13130.2020 показало следующее.

Фактический расход воды на один пожар для зданий класса Ф 1.4 «одноквартирные жилые дома, в том числе блокированные» оказался выше, чем для зданий класса Ф 1.3 «многоквартирные жилые дома, в том числе общежития квартирного типа», то есть 7,3 л/с против 5,7 л/с. Максимальный расход воды на один пожар в населенных пунктах с малоэтажной застройкой, согласно СП 8.13130.2020, составляет 40 л/с, при этом на 29 пожарах из 1000 на объектах класса Ф1.4 фактический расход воды превышает 40 л/с (таблица 1).

Согласно таблице 2, расход воды на наружное пожаротушение зданий на один пожар для зданий класса Ф 1.3 и Ф 1.4 зависит от этажности зданий и их строительного объема. Как показали проведенные исследования, фактический расход воды практически не зависит от этажа, на котором произошел пожар, но существенно возрастает для пожаров на чердаках и мансардных этажах. При этом для зданий высотой не более двух этажей в СП 8.13130.2020 определен расход воды 10 л/с на один пожар. Фактический же расход на 109 пожарах из 1000 для зданий класса Ф 1.4 превышает 12 л/с.

Научная новизна настоящего исследования состоит в том, что выполнен анализ фактического расхода воды на наружное пожаротушение в зависимости от класса функциональной пожарной опасности объекта пожара и показано, что фактическая подача воды при тушении пожара существенно различается для различных объектов — от 5,1 л/с в расчете на один пожар для объектов класса Ф 4.2 до 10,7 л/с для объектов класса Ф 1.2.

Таким образом, система водоснабжения, используемая для противопожарных целей, должна иметь мощность, обеспечивающую общее количество воды, необходимое для тушения пожара, то есть при планировании водопроводов противопожарного водоснабжения необходимо учитывать не только требования СП 8.13130.2020, но и особенности объектов защиты.

Полученные в настоящей работе результаты могут быть использованы для актуализации требований свода правил СП 8.13130.2020, что позволит повысить эффективность действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров.

Список литературы

1. Бараковских С.А., Карама Е.А. Совершенствование способов тушения пожаров в условиях неудовлетворительного противопожарного водоснабжения. *Техносферная безопасность*. 2018;4(21):26–29. URL: https://uigps.ru/userfls/ufiles/nauka/journals/ttb/tb21/4.pdf (дата обращения: 14.08.2023).

2. Пивоваров Н.Ю., Зыков В.В., Гладких А.Н. Петухов А.Н. Подходы к установлению нормативных требований по расходу на наружное противопожарное водоснабжение для жилых многоэтажных зданий из CLT панелей. *Актуальные проблемы безопасности в техносфере*. 2022;3(7):12–20. https://doi.org/10.34987/2712-9233.2022.67.62.002

3. Седнев В.А., Тетерина Н.В., Смуров А.В. Предложения по обеспечению устойчивого противопожарного водоснабжения сельских населенных пунктов в условиях воздействия природных пожаров. *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.* 2016;1–1(7):176–180. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/predlozheniya-po-obespecheniyu-ustoychivogo-protivopozharnogo-vodosnabzheniya-selskih-naselennyh-punktov-v-usloviyah-vozdeystviya/viewer (дата обращения: 14.08.2023).

4. Реутт М.В., Панов А.В. Наружное противопожарное водоснабжение поселений и городских округов. В: *Труды XXXI Международной научно-практической конференции* «Международный салон «Комплексная безопасность-2019». Балашиха; 2019. С. 477–481.

5. Зайко В.А., Ильин Н.А., Саргсян А.М. Системы водоснабжения для тушения пожаров в малых населенных пунктах. *Водоснабжение и санитарная техника.* 2018;(1):40–45.

6. Абросимов Ю.Г., Киселев Л.Ю. Нормирование противопожарного водоснабжения для городов с населением более миллиона человек. *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация.* 2008;1:75–82.

7. Чудаков А.А., Метелкин И.И., Шумилин В.В. Оценка современного состояния противопожарного водоснабжения в городских и сельских поселениях на территории Воронежской области. *Пожарная безопасность: проблемы и перспективы.* 2014;1(1(5)):21–27. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sovremennogo-sostoyaniya-protivopozharnogo-vodosnabzheniya-v-gorodskih-i-selskih-poseleniyah-na-territorii-voronezhskoy/viewer (дата обращения: 14.08.2023).

8. Kalach A.V., Rodin V.A., Sinegubov S.V. Optimizing fire-fighting water supply systems using spatial metrics. *Journal of Computational and Engineering Mathematics.* 2020;7(4):3–16. https://doi.org/10.14529/jcem200401

9. Kieliszek S., Drzymała T. Selected problems of water supply systems for firefighting purposes in high residential buildings. *Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza.* 2016;43(3):195–198. https://www.doi.org/10.12845/bitp.43.3.2016.17

10. Basso M. Vieira D.C.S., Mateus M., Ramos T.B. Potential post-fire impacts on a water supply reservoir: an integrated watershed-reservoir approach. *Frontiers in Environmental Science.* 2021;9:684703. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.684703

11. Qi Yang. A study on the reliability of fire water supply system in high-rise buildings. *Fire Technology.* 2002;38(1):71–79.

12. Bonneau A., O'rourke T.D., Palmer M.C. Water supply performance and fire suppression during the world trade center disaster. *Journal of Infrastructure Systems.* 2010;16(4):264–272. http://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000028

13. Kuznetsov G.V., Zhdanova A.O., Strizhak P.A., Atroshenko Y.K. Influence of the method of water supply to the zone of a forest fire on the efficiency of its extinguishing. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics.* 2020;93(6):1460–1469. http://dx.doi.org/10.1007/s10891-020-02251-z

References

1. Barakovskikh SA, Karama EA. improvement of methods of fighting fires in the conditions of the poor fire water. *Technosphere safety.* 2018;4(21):26–29. URL: https://uigps.ru/userfls/ufiles/nauka/journals/ttb/tb21/4.pdf (accessed: 14.08.2023). (In Russ.).

2. Pivovarov NYu, Zykov VV, Gladkkikh AN, Petukhov AN. Approaches to the establishment of regulatory requirements for the consumption of outdoor fire-fighting water supply for residential multi-storey buildings made of CLT panels. *Actual Security Problems in the Technosphere*. 2022;3(7):12–20. https://doi.org/10.34987/2712-9233.2022.67.62.002 (In Russ.).

3. Sednev VA, Teterina NV, Smurov AV. Predlozheniya po obespecheniyu ustoichivogo protivopozharnogo vodosnabzheniya sel'skikh naselennykh punktov v usloviyakh vozdeistviya prirodnykh pozharov. *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoi oborony i likvidatsii posledstvii chrezvychainykh situatsii.* 2016;1–1(7):176–180. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/predlozheniya-po-obespecheniyu-ustoychivogo-protivopozharnogo-vodosnabzheniya-selskih-naselennyh-punktov-v-usloviyah-vozdeystviya/viewer (accessed: 14.08.2023). (In Russ.).

4. Reutt MV, Panov AV. Naruzhnoe protivopozharnoe vodosnabzhenie poselenii i gorodskikh okrugov. In: *Trudy XXKhI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Mezhdunarodnyi salon «Kompleksnaya bezopasnost'-2019"*. Balashikha; 2019. P. 477–481. (In Russ.).

5. Zaiko VA, Il'in NA, Sargsyan AM. Water supply systems for firefighting in small communities. *Water Supply and Sanitary Technique.* 2018;(1):40–45. (In Russ.).

6. Abrosimov YuG, Kiselev LYu. Normirovanie protivopozharnogo vodosnabzheniya dlya gorodov s naseleniem bolee milliona chelovek. *Pozhary i chrezvychainye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya.* 2008;1:75–82. (In Russ.).

7. Chudakov AA, Metelkin II, Shumilin VV. Otsenka sovremennogo sostoyaniya protivopozharnogo vodosnabzheniya v gorodskikh i sel'skikh poseleniyakh na territorii Voronezhskoi oblasti. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy.* 2014;1(1(5)):21–27. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sovremennogo-sostoyaniya-protivopozharnogo-vodosnabzheniya-v-gorodskih-i-selskih-poseleniyah-na-territorii-voronezhskoy/viewer (accessed: 14.08.2023). (In Russ.).

8. Kalach AV, Rodin VA, Sinegubov SV. Optimizing fire-fighting water supply systems using spatial metrics. *Journal of Computational and Engineering Mathematics.* 2020;7(4):3–16. https://doi.org/10.14529/jcem200401

9. Kieliszek S, Drzymała T. Selected problems of water supply systems for firefighting purposes in high residential buildings. *Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza.* 2016;43(3):195–198. https://doi.org/10.12845/bitp.43.3.2016.17

10. Basso M, Mateus M, Ramos TB, Vieira DCS. Potential post-fire impacts on a water supply reservoir: an integrated watershed-reservoir approach. *Frontiers in Environmental Science.* 2021;9:684703. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.684703

11. Qi Yang. A study on the reliability of fire water supply system in high-rise buildings. *Fire Technology.* 2002;38(1):71–79.

12. Bonneau A, O'rourke TD, Palmer MC. Water supply performance and fire suppression during the world trade center disaster. *Journal of Infrastructure Systems.* 2010;16(4):264–272. http://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000028

13. Kuznetsov GV, Zhdanova AO, Strizhak PA, Atroshenko YuK. Influence of the method of water supply to the zone of a forest fire on the efficiency of its extinguishing. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics.* 2020;93(6):1460–1469. http://dx.doi.org/10.1007/s10891-020-02251-z

Поступила в редакцию 13.09.2023
Поступила после рецензирования 27.09.2023
Принята к публикации 14.10.2023

Об авторах:

Андрей Александрович Кондашов, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского ордена «Знак почета» научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России (143903, РФ, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12), SPIN-код: 2248-9764, ScopusID:, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Евгений Васильевич Бобринев, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник Всероссийского ордена «Знак почета» научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России (143903, РФ, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12), SPIN-код: 7690-7389, ScopusID, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Елена Юрьевна Удавцова, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Всероссийского ордена «Знак почета» научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России (143903, РФ, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12), SPIN-код: 1125-8841, ScopusID, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Светлана Игоревна Рюмина, научный сотрудник Всероссийского ордена «Знак почета» научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России (143903, РФ, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12), SPIN-код: 2523-5991, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Заявленный вклад соавторов:

А.А. Кондашов — анализ статистических данных, написание первого варианта статьи.

Е.В. Бобринев — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, выводы по результатам расчетов.

Е.Ю. Удавцова — сбор статистических данных, редактирование окончательного варианта статьи.

С.И. Рюмина — формирование списка литературы, подготовка рисунков, редактирование окончательного варианта статьи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Received 13.09.2023
Revised 27.09.2023
Accepted 14.10.2023

About the Authors:

Andrey A. Kondashov, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Leading Researcher of the All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (12, VNIIPO, Balashikha, mkr., 143903, RF), SPIN-code: 2248-9764, ScopusID, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Evgeniy V. Bobrinev, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Leading Researcher of the All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (12, VNIIPO, Balashikha, mkr., 143903, RF), SPIN-code: 7690-7389, ScopusID, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Elena Yu. Udavtsova, Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher of the All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (12, VNIIPO, Balashikha, mkr., 143903, RF), SPIN-code: 1125-8841, ScopusID, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Svetlana I. Ryumina, Researcher of the All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (12, VNIIPO, Balashikha, mkr., 143903, RF), SPIN-code: 2523-5991, AuthorID, ORCID, otdel_1_3@mail.ru

Claimed contributorship:
AA Kondashov: analysis of statistical data, writing the first version of the article.
EV Bobrinev: formulation of the basic concept, goals and objectives of the study, conclusions based on the results of calculations.
EYu Udavtsova: collection of statistical data, editing of the final version of the article.
SI Ryumin: references, preparation of drawings, editing of the final version of the article.

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.